

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 50 396.6

Anmeldetag: 29. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen, Verfahren zum Betreiben einer derartigen Vorrichtung und Verfahren zum Modulieren der mit einer derartigen Vorrichtung zu erzeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendender Daten

IPC: H 03 B, H 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. G. K.', is written over the text 'Im Auftrag'.

Beschreibung

Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen,
Verfahren zum Betreiben einer derartigen Vorrichtung und
5 Verfahren zum Modulieren der mit einer derartigen Vorrichtung
zu erzeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu
sender Daten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen von
10 elektromagnetischen Wellen, ein Verfahren zum Betreiben einer
derartigen Vorrichtung und ein Verfahren zum Modulieren der
mit einer derartigen Vorrichtung zu erzeugenden
elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendenden Daten.

15 In jüngster Zeit haben Zugangskontrollsystem für Kraftfahr-
zeuge, wie etwa das PASE-System (Passive Start and Entry-
System) große Verbreitung gefunden. Derartige Systeme senden
dabei elektromagnetische Wellen auf induktiver Basis zur Da-
tenübertragung zwischen einem Kraftfahrzeug und einem Daten-
20 träger.

Eine bekannte Vorrichtung für diesen Zweck ist in Fig. 1 dar-
gestellt. Hierbei wird ein Serienresonanzkreis 3 über einen
zwischen zwei Spannungspegeln schaltbaren Anschluss bzw.
25 Schalter 2 mit einer Rechteckspannung versorgt, die der Reso-
nanzfrequenz des Resonanzkreises 3 entspricht. Durch das Re-
sonanzverhalten des Schwingkreises kann dabei eine Resonanz-
spannung über einer Sendespule des Resonanzkreises 3 erzielt
werden, die einem vielfachen des Spannungspegels der Gleich-
30 spannungsquelle 1 entspricht.

Weiterhin ist es bekannt, einen Parallelresonanzkreis 6 mit
einem Kondensator C und einer Spule L über einen Widerstand 5

mit einer Rechteckwechselspannung anzusteuern. Die Rechteckwechselspannung wird dabei über einen zwischen zwei Spannungspotentialen einer Gleichstromquelle 4 schaltbaren Anschluss 2 dem Widerstand 5 zugeführt. Die Schaltfrequenz am schaltbaren Anschluss 2 entspricht dabei der Eigenfrequenz des Resonanzschwingkreises 6.

Eine weitere bekannte Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen ist in Fig. 3 dargestellt. Dabei versorgt eine Wechselspannungsquelle 7 einen Übertrager 8 mit einem sinusförmigen Spannungsverlauf. Der Übertrager 8 erhöht die eingegebene Spannung und gibt sie über eine verdrehte Leitung 10 an eine Sendespule 9 ab. Durch die erhöhte Spannung an den Anschlüssen der Sendespule 9 verringert sich ihr Betriebsstrom. Verluste auf der Zuleitung zu der Sendespule 9 werden dadurch reduziert. Folglich ist durch den Einsatz des Übertragers 8 eine räumliche Entkopplung zwischen der Wechselspannungsquelle 7 als Leistungsendstufe und der Sendespule 9 möglich.

20

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer verbesserten Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen, die insbesondere eine hohe Sendeleistung mit optimiertem Wirkungsgrad liefert, eines Verfahrens zu dessen Betreiben und eines Verfahrens zum Modulieren der mit einer derartigen Vorrichtung zu erzeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendenden Daten.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen gemäß Anspruch 1, einem Verfahren gemäß Anspruch 12 sowie einem Verfahren gemäß den Ansprüchen 13 und 14 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. Es zeigen:

5

Figur 1 eine bekannte Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen,

Figur 2 eine weitere bekannte Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen,

10 Figur 3 eine weitere bekannte Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen,

Fig. 4 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen als einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

15 Fig. 5 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen als einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 6 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen als einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

20

Fig. 7 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen als einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 8 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen als einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung,

25

Fig. 9 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen als einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

30 Fig. 10 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen als einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 11 eine prinzipielle Schalteranordnung der Vorrichtungen gemäß dem vierten bis siebten Ausführungsbeispiel,

Fig. 12 beispielhafte Signalverläufe von Eingangssignalen P_{EIN} , $F_{(B)}$ und $F_{(C)}$

5 Fig. 13 ein beispielhaftes Logikgatter zur Verknüpfung der Eingangssignale P_{EIN} , $F_{(B)}$ und $F_{(C)}$ mit Übertragungsdaten DAT gemäß der Erfindung und

Fig. 14 Ausgangssignalverläufe des Logikgatters von Fig. 13.

10 Nachstehend wird die Erfindung anhand des ersten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Fig. 4 erläutert.

Gemäß der Darstellung von Fig. 4 beinhaltet die Vorrichtung eine Gleichspannungsquelle 4 mit einem positiven und einem
15 negativen Spannungsanschluss. Ein Schalter 2 ist wechselweise mit einem der beiden Spannungsausgänge der Gleichspannungsquelle 4 verbunden. Weiterhin beinhaltet die Vorrichtung eine Drosselspule 20 sowie eine Spule L und einen Kondensator C, die einen Parallelstromkreis bzw. Schwingkreis 6 bilden. Der
20 Schwingkreis 6 hat zwei Schwingkreisanschlüsse, von welchen einer mit Masse und der andere mit einem Ende der Drosselspule 20 verbunden ist. Die Drosselspule 20 ist über ihr weiteres Ende mit dem Schalter 2 verbunden.

25 Im Betrieb schaltet der Schalter 2 mit einer Schaltfrequenz zwischen den beiden Spannungsanschlüssen der Gleichspannungsquelle 4 um, die auf die Resonanzfrequenz des Schwingkreises 6 abgestimmt ist. Vorzugsweise schaltet er mit einer Frequenz, die etwa oder genau der Resonanzfrequenz des Schwingkreises 6 entspricht. Verbleibt der Schalter 2 kontinuierlich
30 über eine längere Zeitdauer, beispielsweise mehrere Periodendauern der Eigenfrequenz des Schwingkreises an einem Spannungsausgang der Gleichspannungsquelle 4, geben die Energie-

speicherelemente C, L, 20 ihre gespeicherte Energie durch Entladung ab. Beginnt der Schalter 2 aus einem derartigen Zustand heraus mit einem Umschaltvorgang im Bereich der Eigenfrequenz des Schwingkreises 6, fällt zunächst an der Spule 20 ein großer Spannungsanteil ab und wird der Schwingkreis allmählich zum Schwingen in der Resonanzfrequenz angeregt. Die Dauer des Einschwingvorgangs des Schwingkreises 6, d.h. die Zeitdauer vom Beginn des Umschaltvorgangs des Schalters 2 bis zum Erreichen des Resonanzschwingungszustandes des Schwingkreises 6 wird wesentlich durch die Induktivität der Drossel 20 bestimmt. Gleichzeitig bewirkt die Drosselspule 20 eine gewisse spannungsmäßige Entkopplung zwischen der Spannungsquelle 4 und dem Schwingkreis 6. Dabei ermöglicht die Drossel 20 die Koppelung eines Verbrauchers, nämlich des Schwingkreises, der mit sinusförmiger Spannung arbeitet, mit einer Erzeugungseinheit 2, 4, die eine rechteckförmige Spannung ausgibt. Auf diese Weise kann der Resonanzschwingkreis 6 einem Spannungsverlauf folgen, der sich von dem eingespeisten Rechteckspannungsverlauf unterscheidet. Im konkreten Fall erzeugt der Parallelschwingkreis 6 einen Sinusspannungsverlauf.

Die Vorrichtung bietet den Vorteil, dass die verwendete Rechteck-Einspeisespannung im Vergleich zu einer sinusförmigen Wechselspannung in einfacherer und effizienterer Weise durch Zusammenwirken einer Gleichspannungsquelle 4 und eines Umschalters 2 erzeugt werden kann.

Die über die Drossel 20 eingespeiste Spannung wird durch den Parallelschwingkreis 6 resonant überhöht. Dadurch nimmt die Sendeleistung der Sendespule L zu.

In Fig. 4 sind Spannungsverläufe zwischen dem Schalter 2 und der Drossel 20 sowie zwischen der Drossel 20 und dem Schwingkreis 6 der verwendeten Schaltung angegeben.

5 Dabei ist anzumerken, dass die Spannungspegel des positiven Spannungsanschlusses und des negativen Spannungsanschlusses der Gleichstromquelle 4, grundsätzlich beliebige Werte annehmen können, sie müssen lediglich eine bestimmte Spannungsdifferenz aufweisen.

10

Ferner ist anzumerken, dass die Drossel 20 vorteilhafterweise einer Drossel mit einem Kern mit magnetisierbaren Material ist. Dadurch kann die Induktivität der Drossel erhöht werden. Die Magnetisierbarkeit des Kerns ist allerdings begrenzt. Mit
15 steigender Magnetfeldstärke wirkt sich der Kern immer weniger auf die Induktivität der Drossel aus. Ab einer bestimmten Feldstärke befindet sich der Kern dabei in einer magnetischen Sättigung. Nimmt der Stromfluss der Spule weiter zu, wirkt dabei nur noch die Induktivität der Wicklung der Drosselspu-
20 le. Im Bereich der Sättigung bedeutet dies, dass die Spule mit Kern bei steigendem Stromfluss durch ihre Wicklung eine abnehmende Induktivität aufweist.

Es wird nun alternativ zu dem bevorstehenden Ausführungsbeispiel bevorzugt, für die Drosselspule 20 ein Induktivitätselement, d.h. eine Spule mit einem Kern mit magnetisierbaren Material zu verwenden, deren Nennbetriebsstrom für ihren spezifizierten Induktivitätswert kleiner als der Stromfluss während des Einschwingvorganges bzw. Anschwingvorgangs des Parallelresonanzkreises 6 durch die Drosselspule 20 ist. Die
25 Drosselspule 20 wird deshalb so ausgewählt, dass sie während des Anschwingens bzw. Einschwingens des Parallelresonanzkreises 6 für einen bestimmten Teil des Einschwingvorgangs in die
30

Sättigung gelangt, d.h. außerhalb ihres Standard-Betriebsbereichs verwendet wird. Während des Anschwingvorgangs des Parallelresonanzkreises 6 wirkt somit in der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel lediglich eine durch den Sättigungsvorgang im Kern der Drosselspule 20 hervorgerufene verringerte Induktivität. Während des Einschwingvorgangs ist somit die Drosselspule als "niederohmig" zu betrachten. Folglich wird der Parallelresonanzkreis mit einem relativ hohen Strom in kurzer Zeit aufgeladen und erreicht nach kurzer Zeit sein resonantes Schwingungsverhalten.

Während des resonanten Schwingungsverhaltens des Parallelresonanzkreises 6 fließt über die Drosselspule 20 dagegen lediglich ein geringer Erhaltungsstrom, der die Verluste durch den Stromfluss in der Vorrichtung kompensiert. Mit dem verringerten Stromfluss gelangt die Drosselspule 20 wieder in den ungesättigten Bereich und wirkt mit ihrer Induktivität im Nennbetriebsbereich auf die Vorrichtung ein. Eine derartige Drossel wird im weiteren als "selbststeuernde Induktivität" bzw. "selbststeuernde Drossel" bezeichnet.

Fig. 5 zeigt eine weitere Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Vorrichtung beinhaltet analog zu der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel den Parallelschwingkreis 6 sowie die Gleichspannungsquelle 4 und den Schalter 2. Ferner beinhaltet die Vorrichtung die selbststeuernde Drosselspule 30 sowie eine weitere Gleichspannungsquelle 4 mit einem weiteren Schalter 2. Die Gleichspannungsquellen 4 und Schalter 2 sind dabei vorzugsweise gleich ausgeführt. Der Schalter 2 ist abwechselnd mit einem positiven Spannungsanschluss und einem negativen Spannungsanschluss der Gleichspannungsquelle 4 verbunden. Der weitere Schalter 2 ist

- über die Parallelschaltung des Parallelschwingkreises 6 mit der Drosselspule 30 verbunden. Die beiden Schalter 2 führen ihre Umschaltung zwischen dem jeweiligen positiven und negativen Spannungsanschluss der Gleichspannungsquellen 4 im Gegentakt zueinander aus. Eine Umschaltung erfolgt dabei jeweils mit einer Frequenz, die auf die Eigenfrequenz des Parallelresonanzkreises abgestimmt ist und vorzugsweise mit dieser übereinstimmt.
- 10 Die Vorrichtung liefert somit eine Vollbrückensteuerung des Parallelresonanzkreises 6. Auf diese Weise wird der Antennenstrom der Sendespule L verdoppelt und wird entsprechend ihrer Sendeleistung erhöht.
- 15 Fig. 6 zeigt eine weitere Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Analog zu dem vorstehenden, zweiten Ausführungsbeispiel enthält das dritte Ausführungsbeispiel den Parallelschwingkreis 6 sowie die selbststeuernde Drosselspule
- 20 30. Weiterhin beinhaltet die Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel die Gleichspannungsquelle 1, eine Wandlerpule 40 sowie einen Schalter 41 und einen Schalter 42.
- Die Drosselspule 30 ist an einem Ende mit einem positiven
- 25 Spannungsanschluss der Gleichspannungsquelle 1 verbunden. Ferner ist die Drosselspule 30 an ihrem weiteren Ende mit einer inneren Anzapfung der Wandlerpule 40 verbunden. Jede äußere Anzapfung der Wandlerpule 40 ist mit einem Schwingkreisanschluss des Schwingkreises 6 verbunden. Jede der äußeren
- 30 Anzapfungen der Wandlerpule 40 ist darüber hinaus mit einem der Schalter 41 und 42 verbunden.

Die Wandler­spule 40 ist dabei vorzugsweise als Spartrafo ausgeführt.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der Vorrichtung erläutert.

5 Im Grundzustand sind beide Schalter 41 und 42 als geöffnet zu betrachten. Dabei sind die Energiespeicherelemente 30, 40, C, L der Schaltung entladen. Zum Anregen einer Schwingung in dem Parallelresonanzkreis 6 schalten die Schalter 41 und 42 im Gegentakt mit einer Frequenz durch, die auf
10 die Resonanzfrequenz des Parallelschaltkreises 6 abgestimmt ist, vorzugsweise stimmen beide Frequenzen überein. Im weiteren Verlauf kann die Schwingung des Parallelresonanzkreises 6 wieder zum Abklingen gebracht werden, indem die beiden Schalter 41 und 42 geöffnet werden.

15

Zur Verringerung der Abklingdauer der Schwingung des Schwingkreises 6 können die beiden Schalter 41 und 42 aber auch gleichzeitig geschlossen werden. Dadurch wird die in den Energiespeicherelementen der Schaltung gespeicherten Energie
20 direkt gegen Masse abgeleitet. Das gleichzeitige Schließen der Schalter 41 und 42 führt somit zu einer Kurzschlussentladung des Parallelschwingkreises. Die Abklingzeit der resonanten Schwingung des Schwingkreises 6 wird dabei hauptsächlich durch den Widerstand der Schalter 41 und 42 bestimmt.

25

Die Schaltung bietet ferner den Vorteil, dass die Schalter 41 und 42 auf Niederpotentialseite, vorzugsweise mit einem Ende gegen Masse, vorgesehen sind. Dies erleichtert die schaltungstechnische Realisierung der Schalter 41 und 42. Mit dem
30 Massebezug der Schalter 41 und 42 können diese durch eine Steuerelektronik direkt angesteuert werden.

Ein weiterer Vorteil der Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel liegt in der Verdoppelung des Antennenstroms der Sendespule L im Vergleich zu der Vorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels.

5

Weiterhin können die Schalter 41 und 42 zur Leistungssteuerung mittels Pulsweitenmodulation genutzt werden, was letztendlich erst durch o.g. Drossel - ähnlich einem Schaltnetzteil - ermöglicht wird. Prinzipiell spielt es dabei keine Rolle, ob

10 Daten oder Dauerstrich gesendet wird.

Fig. 7 zeigt eine weitere Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

15

Die Vorrichtung ist mit der Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel identisch, ist allerdings weiterhin mit einer Diode 50 sowie einem Schalter 51 ausgestattet.

20 Der Schalter 51 ist zwischen der Drosselspule 30 und dem positiven Spannungsanschluss der Gleichstromquelle 1 eingefügt. Weiterhin ist die Diode 50 kathodenseitig zwischen dem Schalter 51 und der Drosselspule 30 sowie anodenseitig auf einem niedrigen Potential, vorzugsweise auf Masse angeschlossen.

25

Die Funktionsweise der Vorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel ist grundsätzlich identisch zu der des dritten Ausführungsbeispiels, wobei der Parallelschwingkreis 6 nur dann mit Spannung versorgt wird, wenn der Schalter 51 geschlossen ist.

30

Somit kann Schalter 51 zur Leistungssteuerung mittels Pulsweitenmodulation genutzt werden. Dabei bleibt der Schalter 51

während eines Schwingungszustandes des Parallelresonanzkreises 6 permanent geschlossen, was maximale Sendeleistung in der Sendespule L erzeugt, oder er bleibt jeweils mit einer wählbaren Impulsbreite geschlossen. Vorzugsweise wird der
5 Schalter 51 in zeitlicher Abstimmung mit dem Durchschalten der Schalter 41 und 42 geschaltet. Er wird dabei vorzugsweise mit der doppelten Frequenz der Schwingungsfrequenz des Parallelschwingkreises 6 geschaltet. Der Schalter 51 schaltet dabei wechselweise zum gleichen Zeitpunkt mit einem der Schal-
10 ter 41, 42 durch. Zur Pulsweitenmodulation unterbricht er die Verbindung, bevor der jeweilige Schalter 41 und 42 seinen Durchschaltzustand beendet. Auf diese Weise kann durch den Schalter 51 eine Pulsweitenmodulation zur Leistungssteuerung der Sendeleistung der Sendespule L erzielt werden.

15

Bei einer derartigen Leistungssteuerung durch den Schalter 51 ist zur Vermeidung von unerwünschten Induktionsspannungen des Schalters 51 an der Drosselspule 20 der Stromfluss aufrechtzuerhalten. Dies wird durch die Freilaufdiode D1 geleistet.

20

Bei einer Leistungssteuerung mittels Pulsweitenmodulation durch den Schalter 51 kann der Umstand eintreten, dass bei
geringer Sendeleistung, d.h. bei kleiner Pulsweite die Drossel 30 nicht in die Sättigung gelangt. In diesem Fall
25 schwingt der Parallelschwingkreis 6 zum Senden von Datenbits nicht exponentiell, sondern linear an. Beim Senden von Datenbits unterschiedlicher Länge wie beispielsweise beim Manchester Code führt dies dazu, dass die Datenbits größerer Länge eine größere Amplitude im Vergleich zu den Datenbits kleinerer Länge aufweisen.
30

Um eine gleichmäßige Amplitude unabhängig von der Länge eines Datenbits zu erhalten, wird bei der Vorrichtung optional eine

- Steuereinrichtung eingesetzt, die die Länge der Datenbits prüft und kurzen Datenbits eine vorbestimmte Mindestpulsbreite des Schalters 51 zuweist, welche ein exponentielles Anschwingen des Parallelschwingkreises 6 garantiert. Folglich wird der Parallelschwingkreis 6 zum Senden von schmalen Bits mit größerer Pulsbreite angeregt als bei breiten Bits. Die Steuereinrichtung wird vorzugsweise mittels Software realisiert..
- Alternativ oder ergänzend kann eine Steuereinrichtung mittels Hardware vorgesehen werden, bei welcher über ein Monoflop für eine bestimmte Zeit die Pulsweitenmodulationsansteuerung des Schalters 51 überbrückt wird und der Parallelschwingkreis 6 mit voller Leistung, d.h. voller Pulsbreite beaufschlagt wird, bis der Schwingkreis 6 sich auf ein bestimmtes Schwingungsniveau aufgeschaukelt hat. Ab diesem Zeitpunkt wird dann die Pulsweitenmodulation zur Ansteuerung des Schalters 51 wieder aktiviert und führt zu einem weiteren Anstieg der Schwingungsamplitude des Schwingkreises 6.
- Die vorstehenden Steuereinrichtungen können mit einer Ansteuerung jeweils der Schalter 41 und 42 an stelle des Schalters 51 ebenso für eine Pulsweitenmodulation der Vorrichtung des dritten Ausführungsbeispiels verwendet werden.
- Zum Erreichen einer kurzen Abklingzeit der resonanten Schwingung des Schwingkreises 6 werden die Schalter 41, 42 analog zu dem dritten Ausführungsbeispiel gleichzeitig geschlossen. Währenddessen ist der Schalter 51 geöffnet. Somit wird eine Verbindung zwischen der Energiequelle 1 und Masse verhindert.

Fig. 8 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung.

5 Die Vorrichtung gemäß des fünften Ausführungsbeispiels ist identisch zu der des vierten Ausführungsbeispiels, beinhaltet jedoch darüber hinaus eine Diode 60. Die Diode 60 ist anodenseitig zwischen der Drosselspule 30 und der inneren Anzapfung der Wandlerspule 40 sowie kathodenseitig zwischen dem positiven
10 Spannungsanschluss der Gleichspannungsquelle 1 und dem Schalter 51 angeschlossen.

Während des Betriebes der Vorrichtung besteht die Gefahr einer Überspannung für die Schalter 41, 42, wenn einer der
15 Schalter 41 und 42 durchgeschaltet ist und das Magnetfeld in der Drosselspule 30 in Folge der Sättigung des Drosselkerns zusammenbricht. Dabei kann sich an der inneren Anzapfung des Spartrafos 40 eine unzulässig hohe Spannung bilden, die sich über den Spartrafo 40 an dem dabei geöffneten Schalter 41 oder
20 der 42 noch verdoppelt.

Die Diode 60 verhindert Überspannungen an der inneren Anzapfung der Wandlerspule 40 in Bezug auf das Spannungsniveau der Gleichspannungsquelle 1. Die Spannung an der inneren Anzapfung der Wandlerspule wird somit auf das Spannungsniveau der
25 Gleichspannungsquelle 1 geklemmt, wodurch Überspannungen an den Schaltern 41, 42 verhindert werden. Außerdem wird dadurch die in der Drosselspule 30 gespeicherte Energie in die Schaltung eingespeist.

30

Die innere Anzapfung ist dabei vorzugsweise als Spartrafo-Mittelpunkt ausgeführt.

Fig. 9 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Vorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel ist identisch zu der Vorrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel, beinhaltet jedoch des weiteren einen Übertrager 8.

Der Übertrager 8 beinhaltet eine Primärspule, die mit der Sekundärspule magnetisch gekoppelt ist. Die Primärspule ist parallel zu der Wandlerpule 40 an deren äußeren Anzapfungen angeschlossen. Weiterhin ist die Sekundärspule des Übertragers 8 über eine Zuleitung 10 parallel zu dem Parallelschwingkreis 6 angeschlossen. Die Primärspule enthält dabei vorzugsweise weniger Windungen als die Sekundärspule. Dadurch wird die am Parallelschwingkreis anliegende Spannung erhöht und gleichzeitig der Stromfluss für eine bestimmte Sendeleistung verringert.

Die Vorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel ermöglicht folglich eine Verringerung der Übertragungsverluste bei der Energieübertragung von der Wandlerpule 40 zu dem Parallelschwingkreis 6. Der Übertrager 8 ermöglicht somit eine räumliche Entkopplung zwischen der Energieabgabe an der Wandlerpule 40 und der Energieaufnahme an dem Parallelschwingkreis 6.

Die Zuleitung 10 ist dabei vorzugsweise als verdrehte Leitung ausgeführt.

Fig. 10 zeigt eine weitere Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Die Vorrichtung ist weitgehend identisch zu der des sechsten Ausführungsbeispiels, wobei jedoch der Spartrafo 40 entfällt und die Drossel 30 direkt an einer inneren Anzapfung einer Primärspule eines Spannungswandlers bzw. Übertragers 65 angeschlossen ist. Analog zu dem sechsten Ausführungsbeispiel sind die äußeren Anzapfungen dieser Primärspule mit den Schaltern 41 und 42 verbunden.

Auf diese Weise kann der Spartrafo gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel eingespart werden.

Mit einer Vorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel kann eine hohe induktiv erzeugte Sendeleistung des Schwingkreises 6 mit optimiertem Wirkungsgrad erzeugt werden. Der Parallelschwingkreis wird mit hoher Spannung und geringen Strömen versorgt, weshalb die Leitungsverluste in der Schaltung minimiert werden. Die Vorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel liefert ferner eine kurze Anschwingzeit und eine kurze Abklingzeit für die resonante Schwingung des Parallelresonanzkreises 6.

Bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen sind die als "positiv" und "negativ" bezeichneten Spannungsanschlüsse nur beispielhaft angeführt. Ihre Anordnung kann natürlich invertiert sein. Hierzu sind lediglich die Schaltelemente mit spannungsassymetrischem Verhalten, wie beispielsweise die Dioden 50, 60 in ihrer Anschlussrichtung umzukehren.

Mit einer Vorrichtung gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel können elektromagnetische Wellen entsprechend zu sendenden Daten erzeugt werden, sofern der bzw. die zwischen zwei Spannungen umschaltbaren Schalter 2 eine Umschaltung mit einer auf die Eigenfrequenz des Schwingkreises abge-

stimmten Frequenz ausführen und die Sendespule L entsprechend elektromagnetische Wellen zur Kennzeichnung eines Hochpegelzustandes oder eines Niederpegelzustandes der zu sendenden Daten sendet.

5

Eine mögliche schaltungstechnische Realisierung gemäß einer Vorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels wäre beispielsweise die Kopplung eines zu sendenden Datensignals über je ein UND-Gatter mit den Schalttaktimpulsen eines Tatgebers und
10 eines dazu invertierten Taktgebers mit der Resonanzfrequenz des Schwingkreises. Das Ausgangssignal jedes UND-Gatters kann dabei zur Ansteuerung eines der Schalter 2 verwendet werden. Bei einer Ausführung mit der Vorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels entfällt lediglich die Ansteuerung des zweiten
15 Schalters 2.

Die Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel kann zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendenden Daten verwendet werden, sofern die Schalter 41 und
20 42 ihre Schaltvorgänge jeweils mit einer auf die Eigenfrequenz des Schwingkreises abgestimmten Frequenz ausführen und die Sendespule L entsprechend elektromagnetische Wellen zur Kennzeichnung eines Hochpegelzustandes oder eines Niederpegelzustands der zu sendenden Daten sendet.

25

Eine derartige Vorrichtung könnte mit zwei UND-Gattern in analoger Weise zu der Ausführung für das zweite Ausführungsbeispiel ausgeführt werden.

30 Fig. 13 zeigt eine Logikschaltung, mit welcher die Vorrichtungen gemäß dem vierten bis siebten Ausführungsbeispiel eine Modulation von zu erzeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendenden Daten ausführen können.

Fig. 11 zeigt hierzu die prinzipielle Schalteranordnung der Vorrichtungen gemäß dem vierten bis siebten Ausführungsbeispiel. Im einzelnen wird eine Schwingung des Parallelschwingkreises 6 durch die Funktionsweise der Schalter 51, 41 und 42 bewirkt. Weitere konzentrierte Bauelemente der Vorrichtung gemäß dem vierten bis siebten Ausführungsbeispiel sind in Fig. 11 zur Verbesserung der Anschaulichkeit weggelassen.

In Fig. 11 bezeichnen (A), (B), (C) ein Ansteuersignal der jeweiligen Schalter 51, 41 und 42. Dabei bewirkt ein niedrigpegliges Ansteuersignal (A), (B), (C) das Öffnen des jeweiligen Schalters 51, 41, 42 und bewirkt ein hochpegeliges Ansteuersignal ein Schließen des Schalters 51, 41, 42. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird beispielhaft davon ausgegangen, dass die Resonanzfrequenz des Parallelresonanzkreises 6 125 kHz beträgt. Von einer (nicht dargestellten) Steuereinrichtung wird ein Rechtecksignalverlauf $F_{(B)}$ sowie dessen invertierter Zeitverlauf $F_{(C)}$ bereitgestellt. Ferner wird von einer (nicht dargestellten) Steuereinrichtung ein Ansteuersignal P_{EIN} mit der doppelten Frequenz von $F_{(B)}$ bzw. $F_{(C)}$ bereitgestellt. Das Signal P_{EIN} kann dabei zur Pulsweitenmodulation verwendet werden. Hierzu ist die Impulsbreite des Signals P_{EIN} frei wählbar. Beispielhafte Signalverläufe für die Eingangssignale P_{EIN} , $F_{(B)}$ und $F_{(C)}$ sind in Fig. 12 dargestellt.

Zu übertragende Daten werden als binäre Daten DAT einer (nicht dargestellten) Dateneingabeeinrichtung eingespeist. Gemäß der Logikschaltung von Fig. 13 werden die Übertragungsdaten DAT mit dem Leistungssteuersignal P_{EIN} über ein UND-Gatter 70 gekoppelt. Ferner werden die Signale $F_{(B)}$ und $F_{(C)}$ jeweils über ein NICHT-UND-Gatter 71 und 72 mit den Übertra-

gungsdaten DAT gekoppelt. Der Ausgang des Gatters 71 gibt das Ansteuersignal (B) aus und der Ausgang des Gatters 72 gibt das Ansteuersignal (C) aus.

- 5 Fig. 14 zeigt beispielhaft Signalverläufe der Ansteuersignale (A), (B), (C) für beispielhafte Übertragungsdaten DAT.

Weist somit ein zu übertragendes Datensignal einen Hochpegelzustand auf, werden von der Vorrichtung gemäß dem vierten bis
10 siebten Ausführungsbeispiel elektromagnetische Wellen induktiv in dem Parallelschwingkreis 6 erzeugt. Zur Kennzeichnung eines Niedrigpegelzustands eines zu übertragenden Datensignals werden entsprechend durch den Parallelschwingkreis 6
keine elektromagnetischen Wellen erzeugt. Weist das zu übertragende Datensignal DAT somit einen niedrigen Pegel auf,
15 sind die Schalter 41 und 42 geschlossen und ist der Schalter 51 geöffnet, so dass der Schwingvorgang des Parallelschwingkreises abrupt beendet wird und keine elektromagnetischen Wellen von dem Parallelschwingkreis 6 erzeugt werden. Auf
20 diese Weise können zu sendende Daten durch die von den Vorrichtungen gemäß dem vierten bis siebten Ausführungsbeispiel erzeugten elektromagnetischen Wellen mit einer Modulationstiefe von 100 % übertragen werden.

- 25 Durch die kurze Anschwingzeit und kurze Abklingzeit der Schwingung des Parallelschwingkreises 6 insbesondere der Vorrichtungen gemäß dem vierten bis siebten Ausführungsbeispiel kann ferner eine hohe Bit-Übertragungsrate erreicht werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen,
insbesondere zur Datenübertragung zwischen einem Fahrzeug und
5 einem Datenträger, mit
einer Energieversorgungseinrichtung (1, 2, 4, 8, 40, 41,
42, 65) zum Bereitstellen einer Wechselspannung;
einen mit der Wechselspannung beaufschlagten Schwingkreis
(6) zum Erzeugen der elektromagnetischen Wellen, und
10 einer Drosselspule (20, 30) zwischen zumindest einem Teil
der Energieversorgungseinrichtung und dem Schwingkreis.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die
Energieversorgungseinrichtung (2, 4) einen zwischen zwei
15 Spannungen umschaltbaren Anschluss (2) aufweist, der über die
Drossel (20, 30) mit einem Schwingkreisanschluss verbunden
ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die
20 Energieversorgungseinrichtung (2, 4) einen weiteren zwischen
zwei Spannungen umschaltbaren Anschluss (2) aufweist, der über
einen Kondensator (C) oder eine Sendespule (L) des
Schwingkreises (6) mit dem einen Schwingkreisanschluss
verbunden ist.
- 25 4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die
Energieversorgungseinrichtung (1, 8, 40, 41, 42, 65) eine
Gleichspannungsquelle (1), eine Wandlerspule (40, 65) und zwei
Gegentaktschalter (41, 42) enthält, die Gleichspannungsquelle
30 über die Drosselspule (30) mit einer inneren Anzapfung der
Wandlerspule (40, 65) verbunden ist, deren äußere Anzapfungen
jeweils mit einem der Gegentaktschalter (41, 42) verbunden
sind, die im Gegenteil Schaltzustände einnehmen, und der

Schwingkreis (6) mit der Ausgangsspannung von den äußeren Anzapfungen der Wandlerspule (40, 65) beaufschlagt wird.

5 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Wandlerspule (40) als Spartrafo ausgebildet ist.

10 6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei zwischen der Gleichspannungsquelle (1) und der Drosselspule (30) ein Schalter (51) vorgesehen ist, so dass bei gleichzeitigem Schließen der Gegentaktschalter (41, 42) und Öffnen des Schalters (51) die Schwingung des Schwingkreises (6) abrupt abklingt.

15 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Gegentaktschalter (41, 42) abgestimmt auf die Eigenfrequenz des Schwingkreises (6) geschaltet werden, der Schalter (51) abgestimmt auf die Schaltfrequenz der Gegentaktschalter geschaltet wird und mit wählbarer Impulsbereite betrieben wird.

20 8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei zwischen dem Schalter (51) und der Drossel (30) ein Anschluss vorgesehen ist, an dem eine Freilaufdiode (50) angeschlossen ist.

25 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei zwischen der Drossel (30) und dem inneren Anschluss der Wandlerspule (40, 65) eine Anschlussseite einer Diode (60) angeschlossen ist und die andere Anschlussseite der Diode mit der Gleichspannungsquelle (1) verbunden ist.

30 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, ferner mit einem Übertrager (8), der eine Primärspule oder eine Sekundärspule beinhaltet, die magnetisch gekoppelt sind, wobei die Primärspule mit den äußeren Anzapfungen der Wandlerspule

(40) verbunden ist und die Sekundärspule mit einem Ausgang mit dem einen Schwingkreisanschluss und mit ihrem weiteren Ausgang über einen Kondensator (C) oder eine Sendespule (L) des Schwingkreises (6) mit dem einen Schwingkreisanschluss
5 verbunden ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, wobei die Wandlerspule (40, 65) die Primärspule eines Übertragers (65) ist, und die mit der Primärspule magnetisch gekoppelte
10 Sekundärspule des Übertragers mit einem Ausgang mit dem einen Schwingkreisanschluss und mit ihrem weiteren Ausgang über einen Kondensator (C) oder eine Sendespule (L) des Schwingkreises (6) mit dem einen Schwingkreisanschluss
verbunden ist.

15

12. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Erzeugen elektromagnetischer Wellen nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Drosselspule (30) während des Einschwingvorgangs des Schwingkreises (6) zeitweise im Sättigungszustand betrieben
20 wird.

13. Verfahren zum Modulieren der mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zu erzeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendenden Daten,
25 wobei der zwischen zwei Spannungen umschaltbare Anschluss (2) zur Kennzeichnung eines Hochpegelzustands oder eines Niederpegelzustands der zu sendenden Daten mit einer auf die Eigenfrequenz des Schwingkreises (6) abgestimmten Frequenz schaltet.

30

14. Verfahren zum Modulieren der mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11 zu erzeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendenden Daten,

wobei der Schalter (51) während eines bestimmten
Datenzustandes geschlossen ist oder abgestimmt auf die
Eigenfrequenz des Schwingkreises (6) mit wählbarer
Impulsbreite betrieben wird.

5

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Impulsbreite
abhängig von den zu sendenden Daten festgelegt wird.

Zusammenfassung

Vorrichtung zum Erzeugen von elektromagnetischen Wellen,
Verfahren zum Betreiben einer derartigen Vorrichtung und
5 Verfahren zum Modulieren der mit einer derartigen Vorrichtung
zu erzeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu
sender Daten

Bereitgestellt wird eine Vorrichtung zum Erzeugen von elektro-
10 magnetischen Wellen, insbesondere zur Datenübertragung zwi-
schen einem Fahrzeug und einem Datenträger, bei welcher eine
Drosselspule (30) zwischen zumindest einem Teil einer Energie-
versorgungseinrichtung (1, 40, 41, 42) und einem Schwingkreis
(6) vorgesehen ist. Die Vorrichtung liefert kurze Anschwing-
15 und Abklingzeiten einer resonanten Schwingung des Schwing-
kreises (6). Ferner wird ein Verfahren zu deren Betrieb gelie-
fert, in welchem die Drosselspule (30) während des Einschwing-
vorgangs des Schwingkreises (6) zeitweise im Sättigungszustand
betrieben wird. Die Vorrichtung kann zum Modulieren von zu er-
20 zeugenden elektromagnetischen Wellen entsprechend zu sendenden
Daten verwendet werden.

Figur 7

Fig. 1

STAND DER TECHNIK

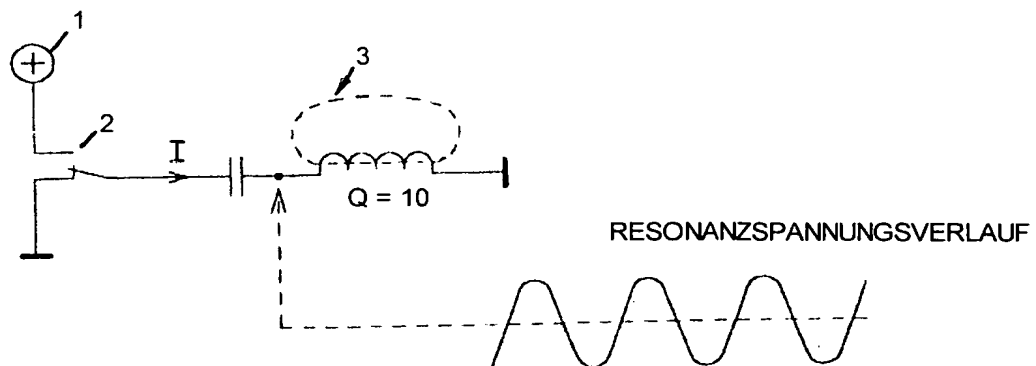
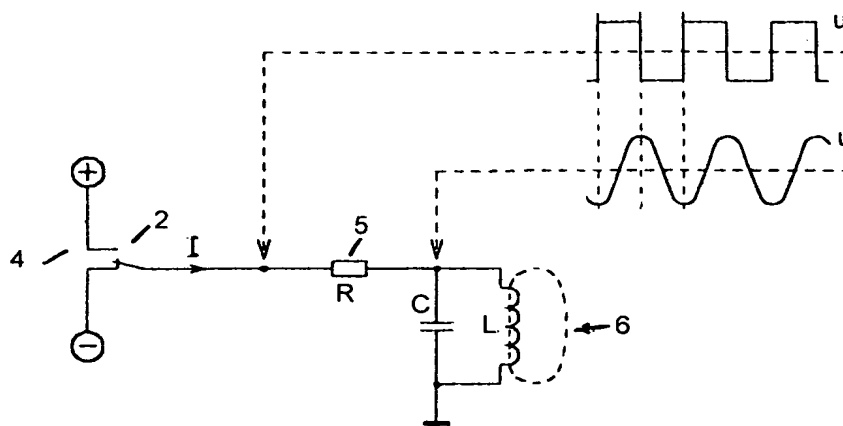


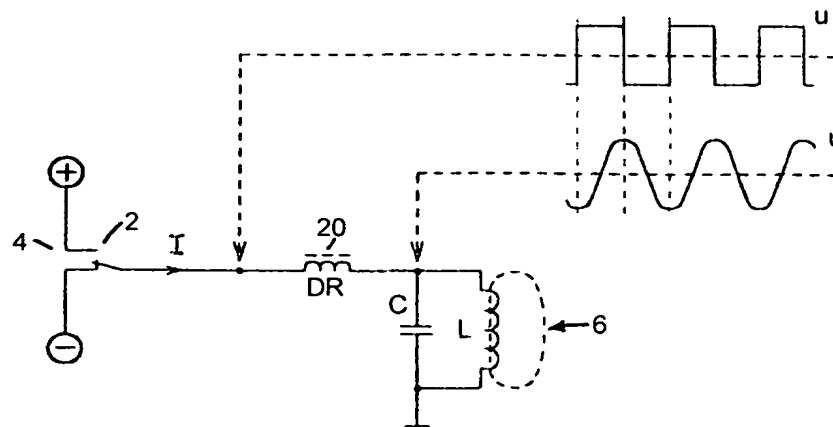
Fig. 2

STAND DER TECHNIK

RESONANZSPANNUNGSVERLÄUFE

**Fig. 4**

RESONANZSPANNUNGSVERLÄUFE



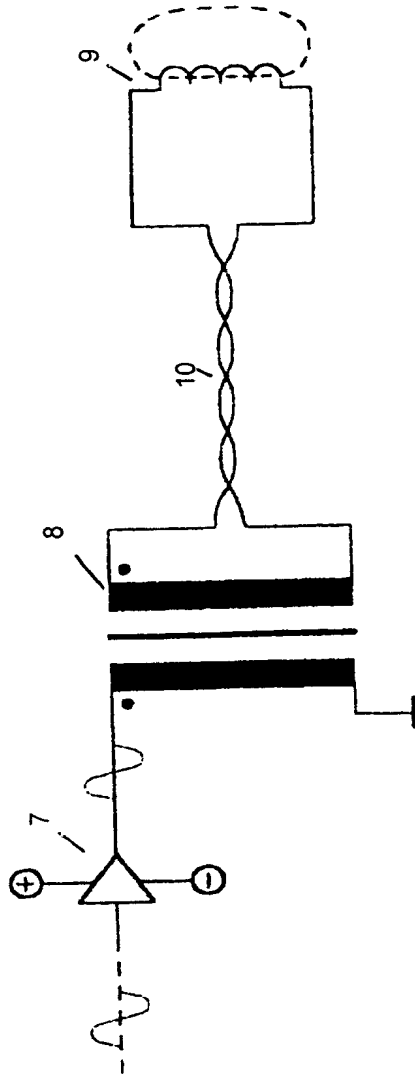


Fig. 3

Fig. 5

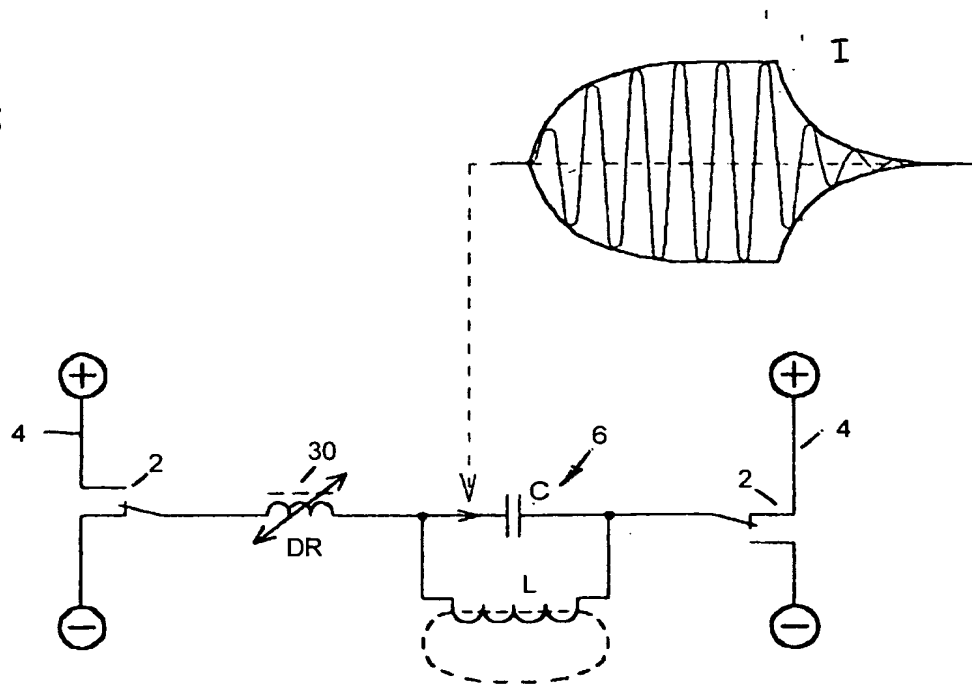


Fig. 6

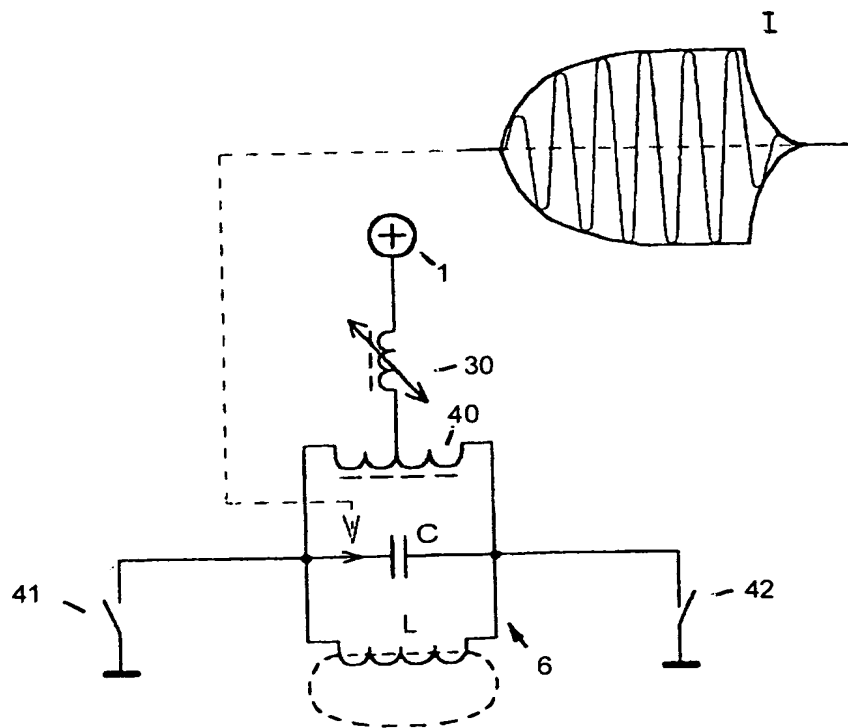


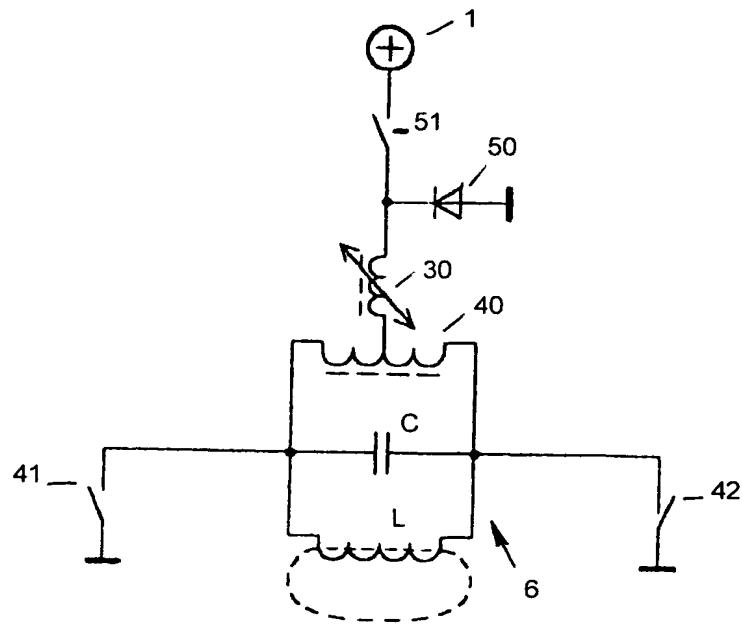
Fig. 7

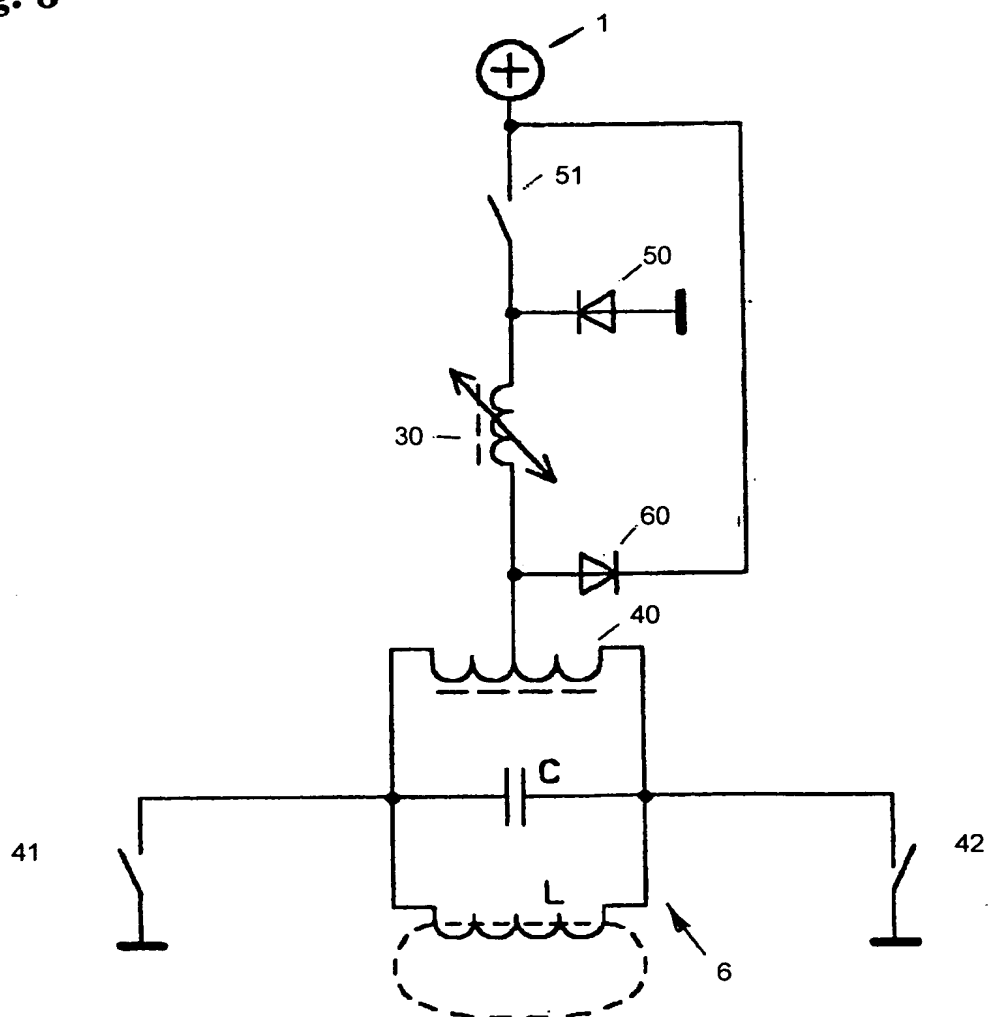
Fig. 8

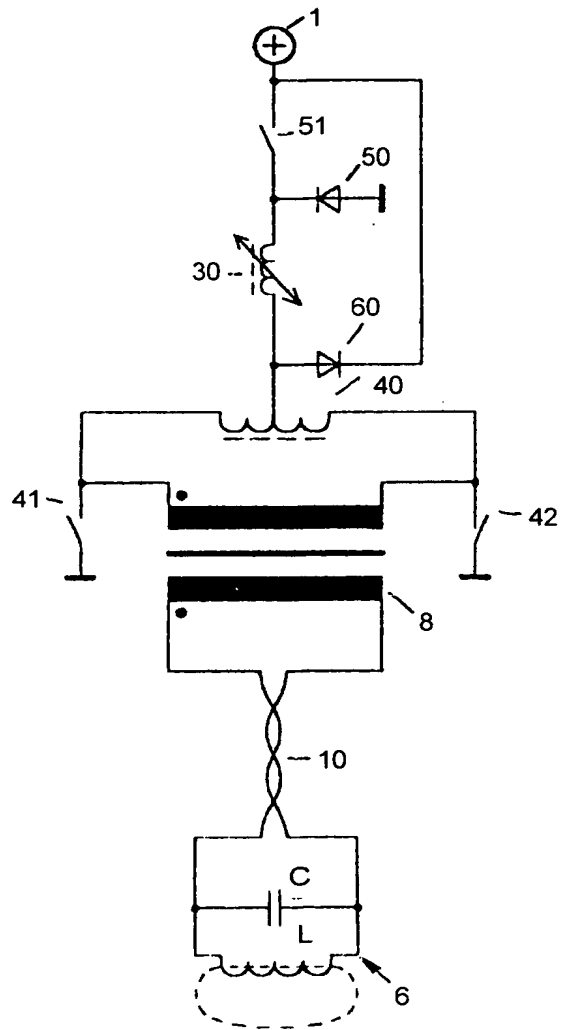
Fig. 9

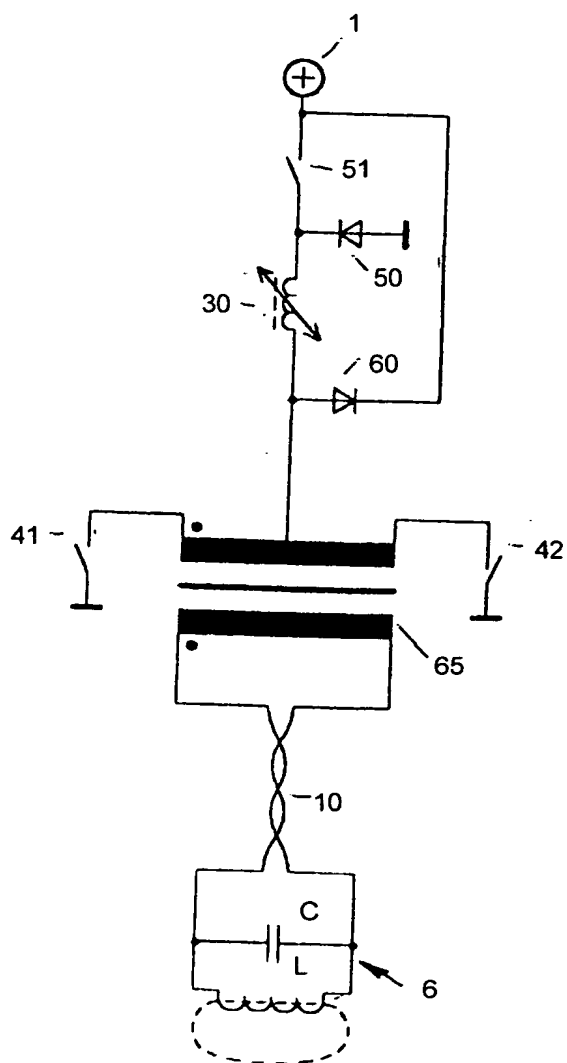
Fig. 10

Fig. 11

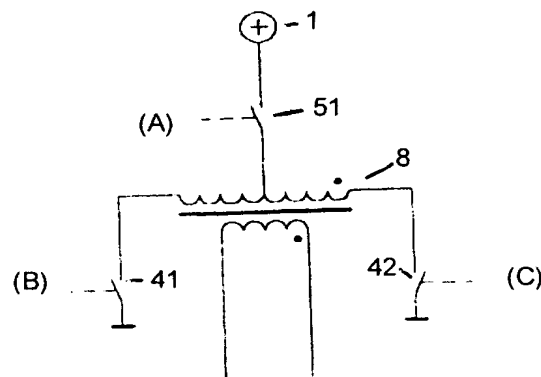


Fig. 12

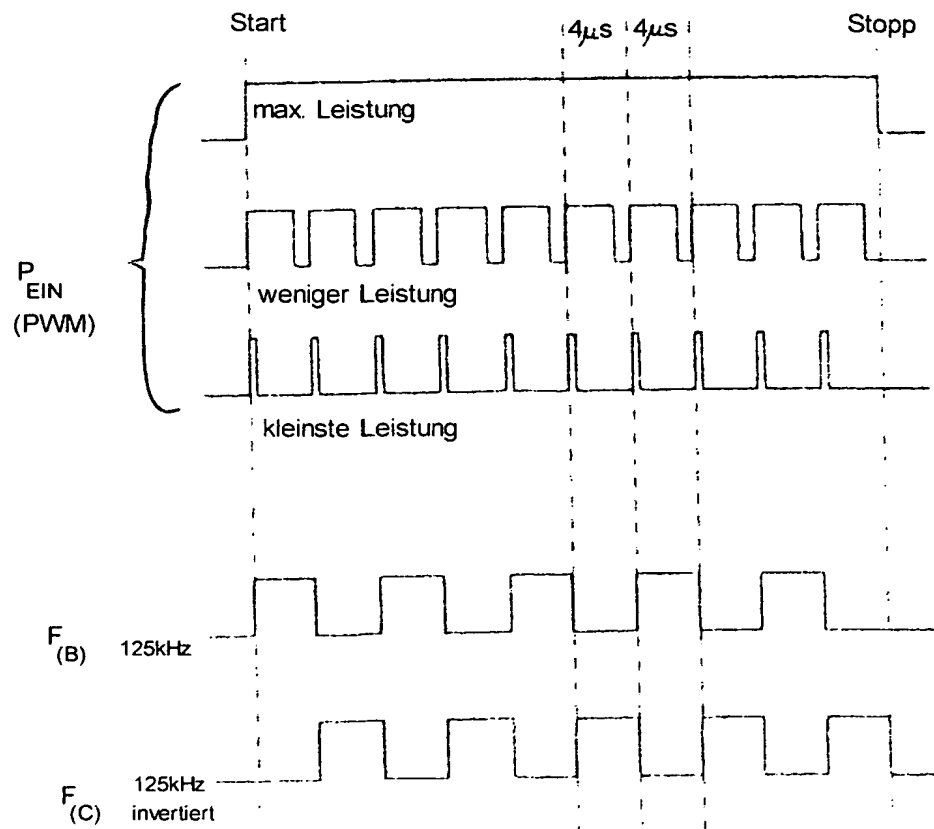


Fig. 13

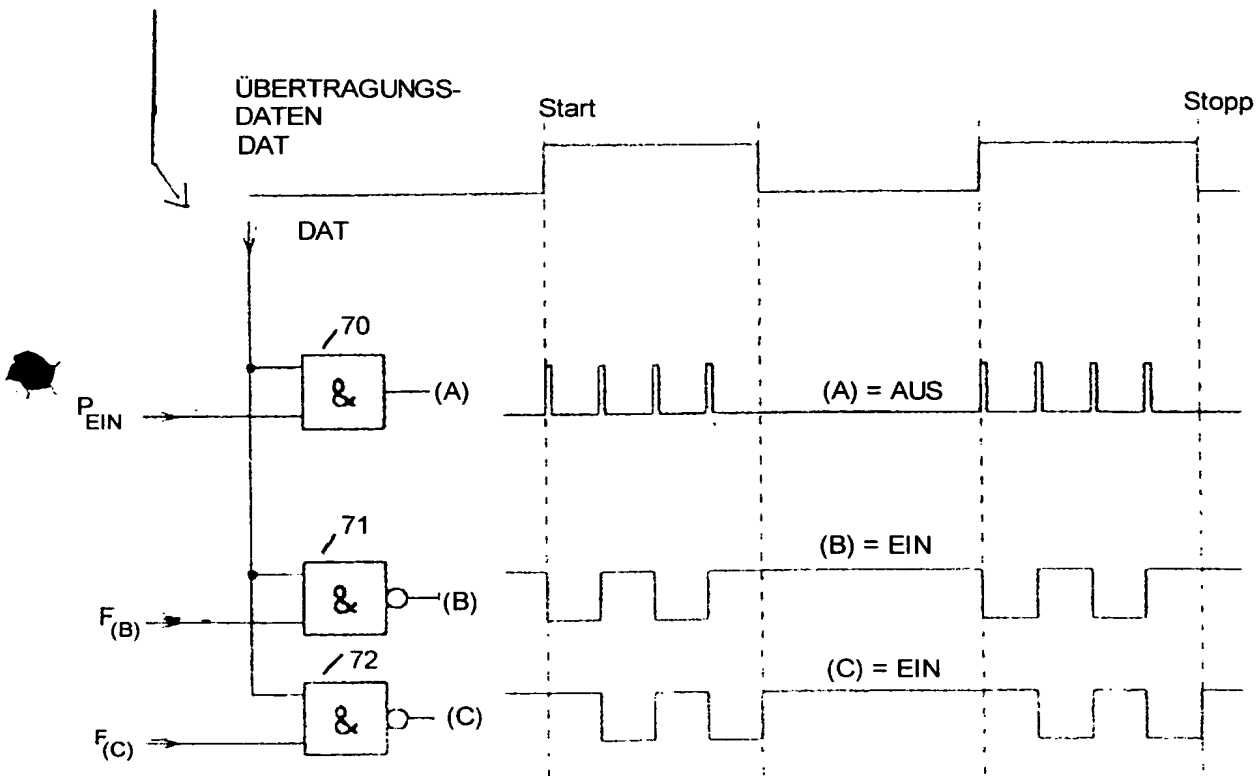


Fig. 14

